

Résumé

*L'exploitation de la diversité génétique du palmier à huile conditionne le succès durable de son amélioration. L'incorporation, en cours de programme, de populations non améliorées est délicate : l'origine Angola associe des caractères favorables, notamment la tolérance à la fusariose, et défavorables : faible production d'huile, taux d'extraction moyen et forte croissance en hauteur. Les meilleurs géniteurs ont été intégrés au schéma de sélection récurrente réciproque (SRR). Une seconde étape de sélection a conduit à une production d'huile améliorée de 25 %, une croissance en hauteur acceptable et une tolérance à la fusariose maintenue. Cette origine permet d'introduire le gène *sh* dans le groupe A, de la SRR, qui était jusqu'à présent constitué uniquement de matériel Deli dura.*

Abstract

*It is essential to exploit the genetic diversity of oil palm if its improvement is to be successful in the long term. Incorporating non-improved populations in the middle of a programme is a tricky business: the Angola origin combines favourable characters, such as vascular wilt tolerance, and unfavourable characters: low oil yields, moderate extraction rate and substantial vertical growth. The best parents were included in the reciprocal recurrent selection (RRS) scheme. A second breeding stage improved oil yields by 25%, ensured acceptable vertical growth and maintained vascular wilt tolerance. This origin was used to introduce the *sh* gene into group A of the RRS scheme, which previously comprised only Deli dura material.*

Resumen

*La explotación de la diversidad genética de la palma aceitera condiciona el éxito duradero de su mejoramiento. Es primoroso incorporar en el curso del programa poblaciones no mejoradas: el origen Angola asocia caracteres favorables, especialmente la tolerancia a la fusariosis, y desfavorables: baja producción de aceite, tasa de extracción media e importante crecimiento en altura. Se integraron los mejores genitores en el esquema de selección recurrente recíproca (SRR). Una segunda fase de selección llevó a una producción de aceite mejorado del 25%, un crecimiento en altura aceptable y una tolerancia a la fusariosis mantenida. Este origen permite introducir el gen *sh* en el grupo A, de la SRR, que se hallaba hasta ahora constituido únicamente de material Deli dura.*

Utilisation de matériel non amélioré pour la sélection du palmier à huile : l'origine Angola

Adon B. ¹, Baudouin L. ², Durand Gasselin T. ³, Kouamé B. ¹

¹ IDEFOR/DPO, 13 BP 989 Abidjan 13, Côte d'Ivoire

² CIRAD-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

³ CIRAD-CP, 13 BP 989 Abidjan 13, Côte d'Ivoire

Deux groupes de populations, issus d'échanges de matériel végétal entre des organismes de recherche, servent de base à l'amélioration génétique du palmier à huile. Ces groupes sont constitués de populations produisant un faible nombre de gros régimes (groupe A) et de populations possédant des caractéristiques complémentaires avec un grand nombre de petits régimes (groupe B). Dans le cadre d'un schéma de sélection récurrente réciproque (SRR) adapté par Meunier et Gascon en 1972, ces deux groupes de populations sont améliorés en Côte d'Ivoire et dans les autres pays collaborant avec le Cirad-ep¹. Ce schéma comprend un test de descendance intergroupe pour identifier les meilleurs géniteurs qui sont, ensuite, recombines au sein de chaque groupe pour constituer les populations de base du cycle suivant.

Lors des recombinaisons intragroupes, des introductions de matériel végétal sont prévues pour accroître la variabilité et enrichir les nouvelles populations de base. Le matériel originaire d'Angola, objet de ce présent article, s'inscrit sur la liste des populations introduites. Nous caractériserons la population Angola et montrerons comment il est possible, à partir d'un matériel

sauvage, d'intégrer certains arbres dans le schéma général d'amélioration du palmier à huile.

Description du matériel et tests réalisés

La population Angola concernée est constituée des provenances Salazar et Novo Redondo Nhime. Chacune est représentée par trois arbres tenera :

- TS 754, TS 2274 et TS 2361 pour Salazar ;
- TNR 96, TNR 115 et TNR 164 pour Novo Redondo Nhime.

Afin de déterminer dans quel groupe de SRR le matériel Angola doit être introduit, il est testé à la fois avec l'origine Deli (groupe A) et les populations La Mé et Yangambi (groupe B). Le nombre de croisements testés figure au tableau 1. Deux essais ont été mis en place en Côte d'Ivoire (LM-GP 12) et au Cameroun (LD-GP 6). Par ailleurs, des autofécondations de certains arbres ainsi que des recombinaisons Angola x Angola ont été également plantées.

Une exploitation en second cycle du matériel Angola est en cours à La Mé (Côte d'Ivoire) et à Bangun Bandar (Indonésie). Les recombinaisons testées figurent dans le tableau 2. En Indonésie, seules les combinaisons TNR 115 AF x La Mé et (Deli x TNR 115) x La Mé sont plantées.

¹ Centre de coopération internationale en recherche agromique pour le développement.

Tableau 1. Nombre de croisements testés dans les essais d'introduction. / Number of crosses tested in the introduction trials.

Populations <i>Populations</i>	Angola x Deli	Angola x La Mé	Angola x Yangambi	Angola x Angola
Côte d'Ivoire	7	7	5	4
Cameroon / <i>Cameroon</i>	5	6	4	0
Total	12	13	9	4

Tableau 2. Exploitation du matériel Angola en 2^e génération (combinaisons testées). / Second-generation exploitation of Angola material (crosses tested).

Origines <i>Origin</i>	La Mé x TNR 115 AF/self	La Mé x (Deli x TNR 115)	La Mé x (Deli x TS 2274)
Côte d'Ivoire	12	5	4
Indonésie / <i>Indonesia</i>	3	3	5
Total	15	8	9

La densité de l'ensemble des essais est de 143 arbres par hectare et renferme un croisement témoin LM 2 T x DA 10 D.

Observations et mesures

Les composantes de la production de régimes (nombre de régimes et poids total) ont fait l'objet d'observations individuelles, à chaque tour de récolte. Elles ont été regroupées par croisement pour une période représentative de l'âge adulte. On en déduit le poids moyen du régime. Les caractéristiques du régime sont observées sur un échantillon d'environ 30 tenera pendant deux ans. Le taux d'extraction obtenu en laboratoire est le produit de la teneur en fruit du régime, de la teneur en pulpe du fruit et

Tableau 3. Combinaisons testées avec le matériel Angola en 1^{ère} génération. / Crosses tested with Angola material (First generation).

Types de combinaisons <i>Types of crosses</i>	Témoin <i>Control</i>	Deli x Angola		Yangambi x Angola		La Mé x Angola		Angola x Angola	
Nombre de croisements <i>Number of crosses</i>		(7)		(5)		(7)		(4)	
	μ	μ	CV	μ	CV	μ	CV	μ	CV
Production de régimes (6-9 ans) <i>FFb production (6 to 9 years)</i>									
Nombre de régimes <i>Number of bunches</i>	10,2	5,4	10,8	6,5	13,8	9,4	13,2	5,2	23,5
Poids de régimes (kg) <i>Bunch yield (kg)</i>	109	89	9,6	77	11,0	9,5	8,4	72	20,3
Poids moyen (kg) <i>Mean bunch weight (kg)</i>	10,8	16,5	9,4	12,0	15,5	10,3	10,6	14,1	12,4
Qualité du régime <i>Bunch quality</i>									
Fruits/régime (%) <i>Fruit/bunch (%)</i>	63,2	64,5	6,1	65,2	6,1	64,9	2,9	65,9	6,9
Pulpe/fruit (%) <i>Mesocarp/fruit (%)</i>	76,5	77,8	2,5	77,4	2,4	73,0	2,1	76,0	1,2
Huile/pulpe (%) <i>Oil/mesocarp (%)</i>	49,3	48,9	2,6	49,4	1,2	47,8	2,6	46,2	4,6
Huile/régime (%) <i>Oil/bunch (%)</i>	20,4	21,0	8,4	21,3	6,2	19,5	3,2	19,8	7,3
Production d'huile (t) <i>Oil yield (t)</i>	3,05	2,51	9,5	2,1	13,1	2,49	6,6	1,90	13,5
Hauteur à 14,3 ans (m) <i>Height at 14.3 years (m)</i>	5,3	5,9	8,1	6,4	9,8	5,7	5,1	6,3	13,5
Indice fusariose <i>Vascular Wilt Index</i>		60	30	92	18	60	30	62	14
Indice d'iode / <i>Iodine value</i>	51,2	51,2	1,3	51,2	4,8	52,9	4,7	50,6	3,3

() = nombre de croisements pour chaque type de combinaison. / () = number of crosses for each type of cross.

de la teneur en huile de la pulpe. Pour obtenir le taux d'extraction en conditions industrielles, on multiplie par un coefficient 0,855 qui tient compte des biais dus à l'échantillonnage des régimes et à la méthode d'analyse. Le rendement en huile par hectare est déduit de la production de régimes des arbres normaux et du taux d'extraction industriel, en ramenant la densité à 135 arbres/ha pour tenir compte de la mortalité et des arbres non producteurs qui s'observent normalement en conditions industrielles. La hauteur du stipe est mesurée à l'aisselle de la feuille 33, qui porte normalement le régime mûr. La tolérance à la fusariose est testée par inoculation en préépinière. L'indice d'iode (II) est également observé.

Résultats et discussion

Les principales caractéristiques des combinaisons réalisées avec le matériel Angola introduit en Côte d'Ivoire en 1971 sont présentées dans le tableau 3. Ce tableau indique que ce matériel transmet de gros régimes qui ne compensent pas leur faible nombre. Il en résulte une production de régimes peu élevée par rapport au croisement témoin LM 2 T x DA 10 D. Cette situation s'observe aussi bien à La Mé (Côte d'Ivoire) qu'à La Dibamba (Cameroun) avec un niveau de production plus faible au Cameroun (figure 1). Les meilleures combinaisons produisent respectivement 91 % du témoin à La Mé (La Mé x Angola) et 65 % à La Dibamba (Deli x Angola). Ces résultats ne nous surprennent guère puisque le croisement témoin constitue un des meilleurs

croisements du premier cycle pour la production de régimes.

Malgré une faible production de régimes, on note une importante variabilité pour ce caractère au sein des combinaisons testées. Les coefficients de variation oscillent entre 8 et 20 %, ce qui permet de trouver des croisements intéressants (au même niveau que le croisement témoin). Cette variabilité est plus importante dans la combinaison Angola x Angola. Par ailleurs, le matériel Angola, introduit en 1971, produit un faible nombre de gros régimes, ce qui suggère, *a priori*, de l'incorporer dans le groupe A (petit nombre de gros régimes) du schéma d'amélioration en vigueur à l'Idefor/dpo². Bien que sa combinaison avec le matériel La Mé ait des performances aussi bonnes que celles obtenues avec l'origine Deli, on a préféré situer l'origine Angola dans le groupe A afin d'accroître sa variabilité. En effet, celui-ci ne comportait initialement que l'origine indonésienne Deli, qui provient de quatre palmiers dura importés d'Afrique (Surre et Ziller, 1963). Une autre raison est le désir d'y introduire le caractère tenera, absent du Deli.

Le faible poids total de régimes entraîne, corrélativement, un rendement en huile peu élevé, malgré un taux d'extraction moyen (au niveau du croisement témoin). Les meilleures combinaisons (La Mé x Angola et Deli x Angola) produisent en Côte d'Ivoire environ 20 % d'huile de moins que le témoin sur la période 6-9 ans (figure 2). Comme pour le poids total de régimes, les combinaisons testées ont un rendement en huile plus faible au Cameroun qu'en Côte d'Ivoire. La meilleure combinaison (Deli x

Angola) ne produit que 62 % du témoin, à La Dibamba.

Pour le rendement en huile, on note également une importante variabilité dans le matériel testé. La plupart des combinaisons ont un coefficient de variation voisin de 10 %, sauf dans les croisements La Mé x Angola où il n'est que de 6,6 %. Bien que les rendements en huile soient en moyenne faibles, cette variabilité permet d'identifier trois croisements ayant le même rendement que le témoin, ce qui est satisfaisant pour un matériel non encore amélioré. Ce résultat incite à envisager une seconde étape d'amélioration de ce matériel.

Le matériel Angola est caractérisé par une teneur en pulpe moyenne (76 % dans la combinaison Angola x Angola) et une faible teneur en huile de la pulpe (46 % dans la même combinaison) ce qui confère en définitive un faible taux d'extraction (19,8 %) malgré un assez bon pourcentage de fruits sur régime.

Un des défauts du matériel Angola est sa croissance en hauteur élevée par rapport au témoin et aux semences actuellement vulgarisées par l'Idefor/dpo. En effet, ce matériel croît entre 7 et 20 % plus vite que le témoin, suivant les combinaisons testées. Ces hauteurs correspondent à des vitesses de croissance de 53 à 60 cm/an dans les conditions de la Côte d'Ivoire. Ces croissances situent le matériel Angola au niveau des origines Nigeria et Yangambi, considérées comme les plus grandes de notre sélection. Les combinaisons réalisées sont assez variables (CV ≈ 10 %) sauf les croisements La Mé x Angola (CV = 5 %). Du fait de cette variabilité, on rencontre huit croisements identiques au témoin pour la croissance en hauteur. Une sélection sur ce caractère est donc possible pour la suite du programme.

Le matériel Angola est attrayant pour sa bonne tolérance à la fusariose (tableau 3). Les valeurs de l'indice fusariose les plus élevées sont obtenues en croisement avec des parents Yangambi très sensibles. Même dans ce cas, l'indice moyen observé est de 92 (la valeur 100 correspond à la moyenne des croisements testés et les croisements ayant un indice inférieur à 70 sont considérés comme très tolérants). Ce matériel constitue ainsi une source importante de tolérance à la fusariose qui permettrait, à terme, de diversifier les semences destinées aux zones où sévit cette maladie.

L'huile produite par le matériel Angola n'est pas particulièrement fluide. L'indice

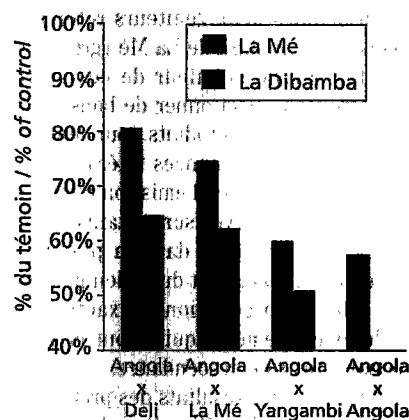


Figure 1. Production de régimes du test d'introduction Angola de 6 à 9 ans à La Mé (Côte d'Ivoire) et de 8 à 11 ans à La Dibamba (Cameroun). / FFB yields in the Angola introduction test from 6 to 9 years at La Mé (Côte d'Ivoire) and from 8 to 11 years at La Dibamba (Cameroun).

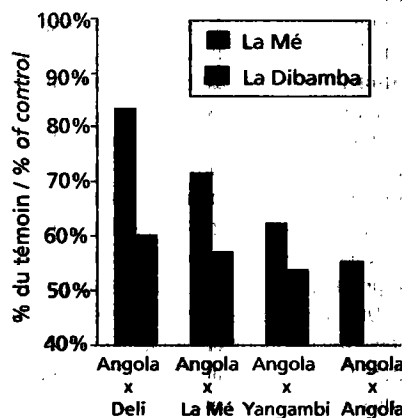


Figure 2. Production d'huile du test Angola de 6 à 9 ans à La Mé (Côte d'Ivoire) et de 8 à 11 ans à La Dibamba (Cameroun). / Oil yields in the Angola test from 6 to 9 years at La Mé (Côte d'Ivoire) and from 8 to 11 years at La Dibamba (Cameroun).

² Institut des forêts. Département des plantes oléagineuses.

d'iode (II) moyen des combinaisons testées se situe autour de 50. Cet indice est comparable à celui des croisements La Mé x Deli de premier cycle. On note, néanmoins, un bon comportement des croisements La Mé x Angola (II = 53).

Les arbres TNR 115 (Novo Redondo) et TS 2274 (Salazar), qui présentent des caractéristiques générales plus intéressantes, ont été retenus pour une seconde génération de tests. Cette seconde étape évalue les recombinaisons respectives entre chacun des deux arbres retenus et LM 630 D ainsi que l'autofécondation de TNR 115, en croisement avec des géniteurs La Mé de deuxième cycle. Pour tester ce nouveau matériel sous différentes écologies, ces croisements ont été plantés à La Mé (LM-GP 56) et à Bangun Bandar (Indonésie : BB-GT 25).

Les figures 3 et 4 présentent les résultats de production des essais de deuxième génération à La Mé sur la période 5-6 ans et à Bangun Bandar à 5-8 ans. Elles montrent qu'à La Mé comme en Indonésie, les combi-

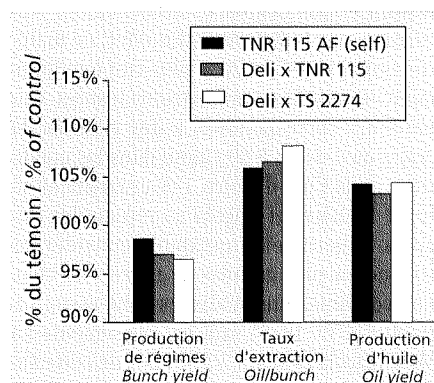


Figure 3. Composantes de la production d'huile du test de seconde génération à La Mé (Côte d'Ivoire) de 5 à 6 ans. / Oil yield components in the second-generation test at La Mé (Côte d'Ivoire) from 5 to 6 years.

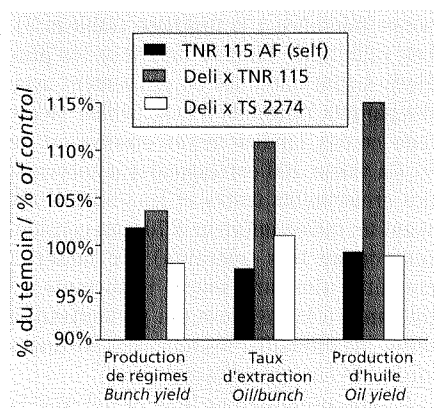


Figure 4. Composantes de la production d'huile du test de seconde génération à Bangun Bandar (Indonésie) de 5 à 8 ans. / Oil yield components in the second-generation test at Bangun Bandar (Indonesia) from 5 to 8 years.

Tableau 4. Indice fusariose dans le matériel Angola de 2^e génération. / *Vascular Wilt Index in second-generation Angola material.*

Types de combinaisons Types of crosses	Nombre de croisements Number of crosses	moy.	IF / VWI min.	max.
(LM 630 D x TNR 115) x La Mé	11	92	52	155
(LM 630 D x TS 2274) x La Mé	11	88	50	132
TNR 115 AF x La Mé TNR 115 self x La Mé	17	80	55	136

IF: indice fusariose.

VWI: Vascular Wilt Index

naisons testées se situent en moyenne au niveau du témoin pour la production de régimes, le taux d'extraction et le rendement en huile. En particulier, le rendement en huile est passé de 80 % à environ 100 % du témoin entre la première et la seconde étape d'amélioration du matériel Angola. Cette augmentation représente environ 25 % d'amélioration pour ce caractère. Elle est supérieure à celle observée entre les premiers et second cycles de sélection de La Mé avec le matériel La Mé x Deli et qui se situe en moyenne entre 15 et 18 % (Cochard *et al.*, 1993). Cette amélioration est surtout le fait de la production de régimes, le taux d'extraction étant demeuré médiocre (100 % du témoin reconnu pour son mauvais taux d'extraction).

L'existence d'une variabilité relative importante permet de retenir certains croisements pour la vulgarisation. Ainsi, les meilleurs croisements produisent 4,12 t d'huile contre 3,45 t (soit 119 % du témoin) à La Mé à 5-6 ans et 7,5 t contre 6,0 t (soit 125 % du témoin), à Bangun Bandar, à 5-8 ans.

Une autre satisfaction de cette seconde étape est la réduction importante de la croissance en hauteur qui constituait en première génération un écueil à l'exploitation du matériel Angola. En effet, les combinaisons testées se situent au niveau du croisement témoin dans les conditions de La Mé (figure 5). Plusieurs croisements sont même plus petits que le témoin. On passe ainsi de 117 % du témoin en première génération à 100 % du témoin en seconde étape.

La bonne tolérance à la fusariose évoquée en première étape s'est maintenue (tableau 4). Quel que soit le partenaire, les trois origines Angola apportent un gain de tolérance appréciable, et les meilleurs croisement obtenus sont extrêmement tolérants.

A La Mé comme à Bangun Bandar, certains géniteurs se sont révélés intéressants pour leur bonne aptitude générale à la combinaison (AGC). Un arbre tenera de TNR 115 AF et un autre issu de LM 630 D x TNR 115 ont été prioritairement retenus. Le

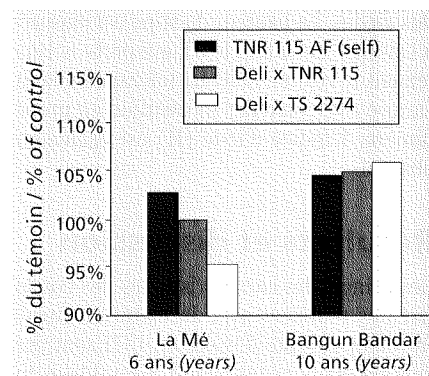


Figure 5. Hauteur du stipe à La Mé (Côte d'Ivoire) et Bangun Bandar (Indonésie). / Stem height at La Mé (Côte d'Ivoire) and Bangun Bandar (Indonesia).

premier est déjà incorporé dans les recombinaisons qui serviront à la mise en place du troisième cycle de SRR. Il est recommandé d'intégrer très rapidement le second arbre qui, en plus de sa bonne AGC pour l'huile, présente des caractéristiques végétales plus attrayantes (faible croissance, pétioles plus fins) que le premier (grand et dressé).

Dans un but de sortie variétale, il est envisagé de tester les pisifera issus des autofécondations des deux géniteurs retenus ci-dessus avec des dura de La Mé (groupe B). Compte tenu de la valeur de ces arbres, nous espérons sélectionner de bons croisements qui seront reproduits pour renforcer et diversifier les semences tolérantes à la fusariose. Par ailleurs, l'émission d'inflorescences mâles observée sur certains pisifera Angola nous conforte dans la possibilité d'obtenir abondamment du pollen pour réaliser des reproductions exactes des meilleurs croisements qui seront issus des prochains tests de descendance.

L'ensemble des résultats des première et seconde étapes d'amélioration du matériel Angola, introduit en Côte d'Ivoire en 1971, montre qu'il est possible, en deux générations, de révéler des croisements de bonne valeur, à partir de populations « sauvages ». Ces populations devraient renfermer une variabilité suffisante et un ou plusieurs ca-

ractères intéressants pour la suite de l'amélioration (Adon, 1995). C'est ainsi que l'exploitation du matériel Angola a été favorisée par sa bonne tolérance à la fusariose. Il viendrait, grâce à ce caractère, diversifier la source de ce matériel tolérant à cette maladie qui n'était jusqu'alors représenté que par un très faible nombre de géniteurs et de leurs descendants. Il constitue ainsi une voie pour l'augmentation du nombre de semences destinées aux zones fusariées.

Ce matériel est aussi convoité pour sa possibilité d'introduire le gène *sh* dans le groupe A (petit nombre de gros régimes) initialement constitué de *dura* Deli. Cette situation permettrait peut-être d'inverser le sens traditionnel des croisements, ce qui donne l'espoir d'exploiter des pisifera moins féminins que ceux du groupe B (grand nombre de petits régimes). Le souhait est de disposer désormais de pollen abondant pour faire des reproductions exactes des meilleurs croisements et réaliser plus vite les programmes de sélection. L'observation de certains pisifera Angola confirme la possibilité de disposer de suffisamment de pollen. Pour cette raison, il est plus recommandable d'intégrer en priorité les meilleurs teners dans le groupe A même s'il existe des *dura* intéressants dans cette origine.

Conclusion

En deux générations, le rendement en huile du matériel Angola, introduit en Côte d'Ivoire en 1971, est passé de 80 % du témoin à 100 % de ce dernier, soit une amélioration de 25 % entre ces deux étapes. De plus, l'existence d'une variabilité importante permet de sélectionner, en deuxième génération, des croisements produisant 15 à 25 % de plus que le témoin et, donc, adaptés à la vulgarisation.

Par ailleurs, la forte croissance observée dans ce matériel a été corrigée grâce à une pression de sélection sur ce caractère et en croisant les géniteurs choisis par des arbres de petite taille (caractère complémentaire). En outre, la bonne tolérance à la fusariose de ce matériel et sa possibilité d'intégrer le gène *sh* dans le groupe A (initialement composé de *dura* Deli) constituent deux atouts majeurs. Les conséquences sont la diversification des semences tolérantes destinées aux zones fusariées et l'utilisation, dans le programme de sélection, de pisifera moins féminins, ce qui aura pour avantage la réalisation rapide des plans de croisements et la reproduction exacte des meilleures descendance. Ces résultats montrent l'importance des introductions et des échanges de matériel végétal entre stations et incitent à les poursuivre. ■

Bibliographie / References

- ADON B., 1995. Evaluation des introductions de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) ; utilisation dans le schéma de sélection récurrente réciproque. Thèse de doctorat de 3ème cycle, université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 115 p.
- COCHARD B., NOIRET J.M., BAUDOUIN L., FLORI A., AMBLARD P., 1993. Second cycle de sélection récurrente réciproque chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Résultats des tests d'hybrides Deli x La Mé. Oléagineux 48 (1) : 441-451.
- MEUNIER J., GASCON J.P., 1972. Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'IRHO. Oléagineux 27 (1) : 1-12.
- SURRE C., ZILLER R., 1963. Le palmier à huile. Paris, France, Maisonneuve et Larose, coll. Techniques agricoles et productions tropicales 2, 243 p.

Remerciements

Les résultats cités dans cet article ont été obtenus dans des essais situés sur les stations de recherche suivantes : La Mé (Idefor-dpo, Côte d'Ivoire), La Dibamba (Ira, Cameroun) et Bangun Bandar (Socfindo, Indonésie). Les auteurs remercient chaleureusement la direction et le personnel de ces stations pour leur collaboration.

Use of non-selected material for oil palm breeding: the Angola origin

Adon B.¹, Baudouin L.², Durand-Gasselin T.³, Kouamé B.¹

¹ IDEFOR/DPO, 13 BP 989 Abidjan 13, Côte d'Ivoire

² CIRAD-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

³ CIRAD-CP, 13 BP 989, Abidjan 1, Côte d'Ivoire

Two population groups identified following planting material exchanges between research organizations were used as the basis for oil palm genetic improvement. The groups comprised populations producing a small number of large bunches (group A) and populations with complementary characteristics, a large number of small bunches (group B). These two population groups were improved in Côte d'Ivoire and in other countries collaborating with CIRAD-CP¹, using a reciprocal recurrent selection (RRS) scheme adapted by Meunier and Gascon in 1972. The scheme includes a between-group progeny test to identify the best parents, which were then recombined within each group to make up the basic populations for the next cycle.

When carrying out within-group recombinations, the scheme allows for planting material introductions to increase variability and enrich the new basic populations. The material originating from Angola discussed in this article is one of the materials introduced to this end. We shall go on to characterize the Angola material and show how from a wild material, it is possible to integrate certain palms into the general oil palm breeding scheme.

Description of the material and tests carried out

The Angola population in question comprised two origins, Salazar and Novo Redondo Nhime, each represented by three tenera palms:

- TS 754, TS 2274 and TS 2361 for Salazar
- TNR 96, TNR 115 and TNR 164 for Novo Redondo Nhime.

In order to determine in which RRS group it should be introduced, the Angola material was tested with both the Deli origin (group A) and the La Mé and Yangambi populations (group B). Two trials were set up in Côte d'Ivoire (LM-GP 12) and Cameroon (LD-GP 6). The number of tested crosses is given in table 1. Besides, selfs of certain palms and Angola x Angola recombinations were also planted.

Second-cycle exploitation of the Angola material is under way at La Mé (Côte d'Ivoire) and Bangun Bandar (Indonesia). The recombinations tested are shown in table 2. In Indonesia, only TNR 115 self x La Mé and (Deli x TNR 115) x La Mé crosses were planted.

The trials were all planted at a density of 143 palms per hectare and included a control cross (LM 2 T x DA 10 D) to enable a comparison between them.

Observations and measurements

FFB yield components (total weight and bunch number) were observed individually at each harvesting round. The results were grouped for each cross over a period representative of the adult stage. Average bunch weight was deduced. Bunch characteristics were observed on a sample of about 30 tenera per cross over two years. The laboratory extraction rate was the product of the fruit to bunch, mesocarp to fruit and oil to mesocarp ratios. It was multiplied by a coefficient of .855, which takes into account the bias due to sampling and to the analysis method, in order to obtain the industrial extraction rate. The oil yield per ha was deduced from the FFB yield of bearing palms and the industrial extraction rate on the basis of only 135 palms per ha, to allow for dead and non producing palms, which normally occur in an industrial plantation. The height of the stem was measured at the axil of leaf 33 which normally subtends the mature bunch. Vascular wilt tolerance was tested by inoculation in the nursery. The iodine value was also observed.

Results and discussion

The main characteristics of the crosses carried out with the Angola material introduced into Côte d'Ivoire in 1971 are shown in table 3, which demonstrates that the material transmits large bunches, which do not compensate for the small number of bunches produced. This results in low FFB yields compared to the LM 2 T x DA 10 D control. This phenomenon was seen at La Mé (Côte d'Ivoire) and La Dibamba (Cameroon), with lower yields in Cameroon (figure 1). The best crosses produced 91% of the control at La Mé (La Mé x Angola) and 65% at La Dibamba (Deli x Angola). These results are hardly surprising,

since the control was one of the best first-cycle crosses for FFB production.

Despite low FFB yields, there was substantial variability for the character within the crosses tested. The coefficients of variation ranged from 8 to 20%, meaning that worthwhile crosses (comparable to the control) could be found. This variability was more substantial in the Angola x Angola cross. Moreover, the Angola material, introduced in 1971, produces a small number of large bunches, which suggests that it should be included in group A (small number of large bunches) of the breeding scheme used at IDEFOR/DPO². Although its combination with the Deli origin performs as well as the one with the La Mé material, it was decided to include the Angola origin in RRS group A, in order to increase its variability. In fact, the latter initially comprised only the Indonesian Deli origin, which comes from four palms imported from Africa (Surre & Ziller, 1963). Another reason is the wish to introduce the tenera character, which is absent from the Deli origin, into this group.

The low total FFB yield resulted in a comparatively low oil yield, despite an average extraction rate (much the same as the control). The best crosses (La Mé x Angola and Deli x Angola) produced around 20% less oil than the control in Côte d'Ivoire over the 6-9 year period (figure 2). As with total FFB yield, the oil yields for the crosses tested were lower in Cameroon than in Côte d'Ivoire. The best cross (Deli x Angola) produced just 62% of the control at La Dibamba (fig. 2).

For oil yields too, there was substantial variability within the material tested. Most of the crosses had a coefficient of variation of around 10%, except for the La Mé x Angola crosses, for which the CV was just 6.6%. Although oil yields were low on average, this variability revealed three crosses for which the yield was the same as for the control, which is satisfactory for material yet to be improved. This result prompted us to consider a second breeding cycle for this material.

Angola material is characterized by an average mesocarp content (76% for the Angola x Angola cross) and a low oil/mesocarp content (46% for the same cross), which in short means a low extraction rate (19.8%) despite its quite good fruit/bunch percentage.

¹ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

² Institut des forêts. Oil Crops Department

One of the drawbacks of the Angola material is its substantial vertical growth compared to the control and to the seeds currently distributed by IDEFOR/DPO. In fact, this material grows between 7 and 20% more quickly than the control, depending on the crosses tested. This corresponds to growth rates of 53 to 60 cm/year under Ivorian conditions, and places the Angola material on a par with the Nigeria and Yangambi origins, which are considered to be the tallest in our selection. The crosses carried out were quite variable (CV 10%), except for the La Mé x Angola crosses (CV = 5%). As a result of this variability, we found eight crosses identical to the control for vertical growth. Selection based on this character is therefore a possibility for the future of the programme.

The Angola material is valuable due to its good vascular wilt tolerance (table 3). The highest wilt index values are observed in crosses with very sensitive Yangambi parents. Even in this case, the average index is 92 (Index 100 corresponds to the average of all tested crosses and crosses with an index below 70 are considered very tolerant). This material is thus a good source of vascular wilt tolerance, which should eventually make it possible to diversify the seeds destined for zones affected by the disease.

The oil produced by the Angola material is not particularly fluid. The mean iodine value for the crosses tested was around 50, which is comparable to that for the first-cycle La Mé x Deli crosses. However, the La Mé x Angola crosses performed well (IV = 53). The TNR 115 (Novo Redondo) and TS 2274 (Salazar) palms, which have better general characteristics, were chosen for second-generation tests to evaluate the recombinations between each of the two palms chosen and LM 630 D and the TNR 115 self, crossed with second-cycle La Mé parents. The crosses were planted at La Mé (LM-GP 56) and Bangun Bandar (Indonesia: BB-GT 25), with the aim of testing the material in different ecologies.

Figures 3 and 4 show the yield results of the second-generation trials at La Mé from 5-6 years and Bangun Bandar from 5-8 years. They demonstrate that both at La Mé and in Indonesia, the crosses tested were generally comparable to the control for FFB production, extraction rate and oil yield. In particular, the oil yield increased from 80 to around 100% of the control between the first and second breeding cycles of Angola material. This 25% improvement was greater than that observed between the first and second cycles at La Mé with La Mé x Deli material, which was between 15 and 18% (Cochard *et al.*, 1993), and was primarily due to FFB production, since the extraction rate remained mediocre (100% of the control known for its low extraction rate).

The existence of relatively substantial variability revealed certain crosses that could be distributed immediately. The best crosses produced 4.12 t of oil compared to 3.45 (i.e. 119% of the control) from 5-6 years at La Mé and 7.5 t compared to 6.0 (125% of the control) from 5-8 years at Bangun Bandar.

Another positive result of this second cycle was the substantial reduction in vertical growth, which was a major handicap to the distribution of first-generation Angola material. The combinations tested were comparable to the control cross under La Mé conditions (figure 5). Several crosses were even smaller than the control. The figure for vertical growth therefore fell from 117% of the control for the first generation to 100% for the second.

The good vascular wilt tolerance observed in the first cycle was maintained (table 4). Whatever the partner, the three Angola families have markedly improved vascular wilt tolerance, and the best crosses are extremely tolerant.

At both La Mé and Bangun Bandar, certain parents proved worthwhile due to their good general combining ability (GCA). A tenera palm of TNR 115 self and another of LM 630 D x TNR 115 were chosen as a priority. The first has already been incorporated into recombinations that will be used for the third RRS cycle. We recommend integrating the latter palm very rapidly, since in addition to its good GCA for oil, it also has good vegetative characteristics (low growth, slimmer petioles) than the former (tall and erect).

With a view to varietal output, there are plans to test the pisiferas produced by selfing the above two parents with La Mé duras (group B). Given the merits of these palms, we hope to be able to breed good crosses that will be reproduced to strengthen and diversify the vascular wilt tolerant seeds available. Moreover, the emission of male flowers seen on certain Angola pisiferas increases our hopes of obtaining large amounts of pollen to carry out exact reproductions of the best crosses identified by upcoming progeny tests.

The overall results of the first and second breeding cycles using the Angola material introduced into Côte d'Ivoire in 1971 show that within two generations, it is possible to identify worthwhile crosses from "wild" populations. These populations should have sufficient variability and one or more characters that will be of use for subsequent breeding (Adon, 1995). The use of Angola material was thus helped by its good vascular wilt tolerance. By virtue of this character, it will diversify the sources of material tolerant of the disease, which until now comprised just a small number of parents and their progenies. It therefore provides a way of increasing the number of seeds available for zones affected by vascular wilt.

This material is also sought after because it offers the possibility of introducing the sh⁻ gene into group A (small number of large bunches), which initially comprised only Deli duras. This may make it possible to reverse the traditional crossing direction, hence enabling the use of pisiferas that are less feminine than those in group B (large number of small bunches). The aim is to obtain large amounts of pollen to carry out exact reproductions of the best crosses and complete breeding programmes as quickly as possible. Observations of certain Angola pisiferas have confirmed that enough pollen will be available, and we therefore recommend integrating the best tenera into group A as a priority, even if there are worthwhile duras within the origin.

Conclusion

Within two generations, the average oil yield of the Angola La Mé material introduced into Côte d'Ivoire in 1971 has increased from 80% to 100% of the control, i.e. a 25% improvement between the two cycles. Moreover, the existence of substantial variability means that crosses producing 15 to 25% more than the control, hence suitable for distribution, can be selected from the second generation.

Furthermore, the substantial growth observed in this material has been corrected by exerting breeding pressure on this character and by crossing the chosen parents with small palms (complementary character). Moreover, the good vascular wilt tolerance of this material and the fact that it offers the possibility of integrating the sh⁻ gene into group A (initially comprising just Deli duras) are another two considerable assets, which will result in diversification of the tolerant seeds available for areas affected by vascular wilt and the use of less feminine pisiferas in the breeding programme, with the advantage of rapid completion of the crossing plans and exact reproductions of the best progenies. These results demonstrate the importance of planting material introductions and exchanges between stations and argue in favour of their continuation.

Acknowledgements

The results quoted in this article were obtained in trials at the following research stations: La Mé (IDEFOR-DPO, Côte d'Ivoire), La Dibamba (IRA, Cameroon) and Bangun Bandar (Socfindo, Indonesia). The authors are most grateful to the management and staff of these plantations for their help.